



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas

**MÓDULOS DE AUTENTICACIÓN DE ALUMNOS, LECTOR DE DPI, GESTIÓN DE CONTRATOS DE PACIENTES Y  
CONTROL DE RESERVA DEL SISTEMA DE CONTROL DE CLÍNICA DE ODONTOPEDIATRÍA DE LA FACULTAD  
DE ODONTOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**Ernesto Efrain Yat Cancinos**

Asesorado por el Ing. Juan Alvaro Díaz Ardavín

Guatemala, junio de 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

MÓDULOS DE AUTENTICACIÓN DE ALUMNOS, LECTOR DE DPI, GESTIÓN DE CONTRATOS DE PACIENTES Y  
CONTROL DE RESERVA DEL SISTEMA DE CONTROL DE CLÍNICA DE ODONTOPEDIATRÍA DE LA FACULTAD  
DE ODONTOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**ERNESTO EFRAIN YAT CANCINOS**

ASESORADO POR EL ING. JUAN ALVARO DÍAZ ARDAVÍN

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO EN CIENCIAS Y SISTEMAS**

GUATEMALA, JUNIO DE 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL I	
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Narda Lucía Pacay Barrientos
VOCAL V	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Marlon Antonio Pérez Türk
EXAMINADORA	Inga. Floriza Ávila Pesquera de Medinilla
EXAMINADORA	Inga. Susan Verónica Gudiel Herrera
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**MÓDULOS DE AUTENTICACIÓN DE ALUMNOS, LECTOR DE DPI, GESTIÓN DE CONTRATOS DE PACIENTES Y CONTROL DE RESERVA DEL SISTEMA DE CONTROL DE CLÍNICA DE ODONTOPEDIATRÍA DE LA FACULTAD DE ODONTOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas, con fecha 6 de marzo de 2014.



**Ernesto Efraim Yat Cancinos**

Guatemala, 03 de febrero de 2015

Ingeniero

Silvio José Rodríguez Serrano

Director de la Unidad de EPS

Facultad de Ingeniería


Universidad de San Carlos de Guatemala

Respetable Ingeniero Rodríguez

Por este medio le informo, que como asesor del trabajo de EPS del estudiante **Ernesto Efraín Yat Cancinos**, carné **200915136**, hago constar que ha entregado para revisión el contenido equivalente al 100% del informe final del EPS titulado **"Módulos de Autenticación de Alumnos, Lector de DPI, Gestión de Contratos de Pacientes y Control de Reserva del Sistema de Control de Clínica de Odontopediatría de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala"**, estando consciente que ha finalizado todas las tareas correspondientes al desarrollo e implementación del proyecto.

Agradeciendo su atención a la presente,

Atentamente

  
**Juan Alvaro Díaz Ardavín**  
Ingeniero en Ciencias y Sistemas  
USAG  
Ing. Juan Alvaro Díaz Ardavín Colegiado No. 6693  
Asesor de proyecto de EPS  
Facultad de Ingeniería

Universidad de San Carlos de Guatemala



Guatemala, 04 de marzo de 2015.  
REF.EPS.DOC.177.03.2015.

Ing. Silvio José Rodríguez Serrano  
Director Unidad de EPS  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ingeniero Rodríguez Serrano .

Por este medio atentamente le informo que como Supervisora de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) del estudiante universitario de la Carrera de Ingeniería en Ciencias y Sistemas, **Ernesto Efraín Yat Cancinos** carné No. **200915136** procedí a revisar el informe final, cuyo título es **MÓDULOS DE AUTENTICACIÓN DE ALUMNOS, LECTOR DE DPI, GESTIÓN DE CONTRATOS DE PACIENTES Y CONTROL DE RESERVA DEL SISTEMA DE CONTROL DE CLÍNICA DE ODONTOPEDIATRÍA DE LA FACULTAD DE ODONTOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.**

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

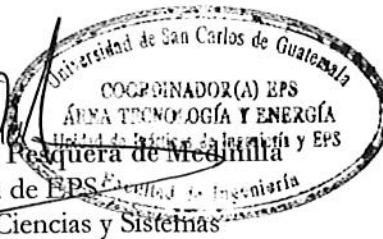
Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Inga. Floriza Felipa Avila Resquera de Medina

Supervisora de EPS

Área de Ingeniería en Ciencias y Sistemas



FFAPdM/RA



Guatemala, 04 de marzo de 2015.  
REF.EPS.D.112.03.2015.

Ing. Marlon Antonio Pérez Turk  
Director Escuela de Ingeniería Ciencias y Sistemas  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ingeniero Perez Turk.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **MÓDULOS DE AUTENTICACIÓN DE ALUMNOS, LECTOR DE DPI, GESTIÓN DE CONTRATOS DE PACIENTES Y CONTROL DE RESERVA DEL SISTEMA DE CONTROL DE CLÍNICA DE ODONTOPEDIATRÍA DE LA FACULTAD DE ODONTOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Ernesto Éfrain Yat Cancinos** carné No. 200915136, quien fue debidamente asesorado por el Ing. Juan Álvaro Díaz Ardavin y supervisado por la Inga. Floriza Felipa Ávila Pesquera de Medinilla.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte del Asesor y la Supervisora de EPS, en mi calidad de Director apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,  
"Id y Enseñad a Todos"

Ing. ~~SJRS~~ José Rodríguez Serrano  
Director Unidad de EPS

SJRS/ra





Universidad San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas

Guatemala, 8 de Abril de 2015


Ingeniero  
**Marlon Antonio Pérez Türk**  
Director de la Escuela de Ingeniería  
En Ciencias y Sistemas

Respetable Ingeniero Pérez:

Por este medio hago de su conocimiento que he revisado el trabajo de graduación-EPS del estudiante **ERNESTO EFRAIN YAT CANCINOS**, carné 2009-15136, titulado: **"MÓDULOS DE AUTENTICACIÓN DE ALUMNOS, LECTOR DE DPI, GESTIÓN DE CONTRATOS DE PACIENTES Y CONTROL DE RESERVA DEL SISTEMA DE CONTROL DE CLÍNICA DE ODONTOPEDIATRÍA DE LA FACULTAD DE ODONTOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA"**, y a mi criterio el mismo cumple con los objetivos propuestos para su desarrollo, según el protocolo.

Al agradecer su atención a la presente, aprovecho la oportunidad para suscribirme,

Atentamente,

  
**Ing. Carlos Alfredo Azurdia**  
Coordinador de Privados  
y Revisión de Trabajos de Graduación





E  
S  
C  
U  
E  
L  
A  
  
D  
E  
  
C  
I  
E  
N  
C  
I  
A  
S  
  
Y  
  
S  
I  
S  
T  
E  
M  
A  
S

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE CIENCIAS Y SISTEMAS  
TEL: 24767644

El Director de la Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del asesor con el visto bueno del revisor y del Licenciado en Letras, del trabajo de graduación **"MÓDULOS DE AUTENTICACIÓN DE ALUMNOS, LECTOR DE DPI, GESTIÓN DE CONTRATOS DE PACIENTES Y CONTROL DE RESERVA DEL SISTEMA DE CONTROL DE CLÍNICA DE ODONTOPEDIATRÍA DE LA FACULTAD DE ODONTOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA"**, realizado por el estudiante **ENESTO EFRAIN YAT CANCINOS**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

**"ID Y ENSEÑAR A TODOS"**

  
Ing. Marlon Antonio Pérez Türk  
Director, Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas



Guatemala, 11 de junio de 2015



DTG.209.2015

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas, al Trabajo de Graduación titulado: **MÓDULOS DE AUTENTICACIÓN DE ALUMNOS, LECTOR DE DPI, GESTIÓN DE CONTRATOS DE PACIENTES Y CONTROL DE RESERVA DEL SISTEMA DE CONTROL DE CLÍNICA DE ODONTOPEDIATRÍA DE LA FACULTAD DE ODONTOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario: **Ernesto Efraín Yat Cancinos**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Ing. Angel Roberto Sic García  
Decano en Funciones



Guatemala, 16 de junio de 2015

/gdech

## **ACTO QUE DEDICO A:**

<b>Dios</b>	Por ser la fortaleza de mi vida, por darme todo lo que tengo.
<b>Mis padres</b>	Raul Yat y Damaris Cancinos, quienes me instruyeron desde pequeño y me enseñaron a ser un hombre de bien.
<b>Mis tíos</b>	Saúl Cancinos, Sofia Melgar, Bety Tejada, Consuelo Yat, por su enorme cariño desde que fui niño y por haberme enseñado a ser bondadoso.
<b>Mis hermanos</b>	Leslie y Raul Yat, por ser compañeros y amigos cada día, a pesar de todo.
<b>Mis abuelos</b>	Ernesto Yat, Efrain Cancinos, Orbelina Tejada y Francisca Lopez, por velar que nunca me hiciera falta la felicidad y motivarme a hacer cosas grandes.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Dios</b>	Por amarme incondicionalmente y permitirme llegar hasta donde he llegado.
<b>Mis padres</b>	Raul Yat y Damaris Cancinos, por haberlo dejado todo para que no me hiciera falta nada.
<b>Mis amigos</b>	Pablo López, Julio Nájera, Eduardo López, Gerson Xicón, Juan Escobedo, Josué Castillo, Ana Arias, Javier Carranza, quienes me acompañaron a lo largo de mi carrera y me animaron a continuar a pesar de la dificultad.
<b>Mis hermanos</b>	Leslie y Raul Yat, por ser compañeros en la casa y darme su apoyo cuando lo necesito.
<b>Mis asesores</b>	Juan Alvaro Díaz y Otto Rodríguez, por su apoyo durante la realización de mi trabajo de graduación.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	V
LISTA DE SÍMBOLOS .....	VII
GLOSARIO .....	IX
RESUMEN .....	XI
OBJETIVOS .....	XIII
INTRODUCCIÓN .....	XV
1. FASE DE INVESTIGACIÓN .....	1
1.1. Antecedentes de la empresa .....	1
1.1.1. Reseña histórica .....	1
1.1.2. Misión .....	2
1.1.3. Visión .....	2
1.1.4. Servicios que realiza .....	3
1.2. Descripción de las necesidades .....	3
1.3. Priorización de las necesidades .....	4
2. FASE TÉCNICO PROFESIONAL. ....	5
2.1. Descripción del proyecto .....	5
2.2. Investigación preliminar para la solución del proyecto .....	6
2.2.1. Microsoft Access .....	6
2.2.2. PostgreSQL .....	8
2.2.3. Java .....	9
2.3. Presentación de la solución al proyecto .....	10
2.3.1. Comunicación entre la aplicación y la base de datos .....	10

2.3.2.	Capa de acceso a datos.....	11
2.3.3.	Capa de lógica de negocio .....	11
2.3.4.	Capa de interfaz de usuario .....	11
2.3.5.	Servidor web .....	12
2.3.6.	Captura de datos.....	12
2.3.7.	Módulos.....	13
3.	FASE DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE .....	15
3.1.	Capacitación propuesta .....	15
3.2.	Material elaborado .....	15
3.2.1.	Manual de usuario.....	15
3.2.1.1.	Reservar unidades dentales.....	16
3.2.1.2.	Gestionar reservas .....	16
3.2.2.	Manual técnico .....	17
3.2.2.1.	Diagrama entidad-relación .....	18
4.	COSTOS Y BENEFICIOS DEL PROYECTO.....	21
4.1.	Costos del proyecto .....	21
4.1.1.	Lectores de DPI.....	21
4.1.2.	Lectores de códigos de barras .....	21
4.1.3.	Costo total del proyecto.....	21
4.2.	Beneficios del proyecto .....	22
4.2.1.	Ahorros.....	22
4.2.1.1.	Mano de obra .....	22
4.2.1.2.	Personal .....	22
4.3.	Análisis costo beneficio .....	23

CONCLUSIONES .....	25
RECOMENDACIONES .....	27
BIBLIOGRAFÍA .....	29





# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

## FIGURAS

1.	Logo de Microsoft Access .....	8
2.	Logo de PostgreSQL.....	9
3.	Logo de Java.....	10
4.	Formulario para reservar unidad dental .....	16
5.	Listado de reservas .....	17
6.	Modelo de datos para el módulo de autenticación .....	18
7.	Modelo de datos para el módulo de reservas .....	19
8.	Modelo de datos para el módulo de gestión de pacientes .....	20

## TABLAS

I.	Comparación de costos y beneficios.....	23
----	---	----



## LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
<b>GB</b>	Gigabyte
<b>MB</b>	Megabyte
<b>PL/pgSQL</b>	PostgreSQL Procedural language
<b>RAM</b>	Random Access Memory
<b>TB</b>	Terabyte



## GLOSARIO

<b>CSS</b>	Cascading Style Sheets. Lenguaje utilizado para definir el estilo de presentación de contenido en un documento HTML.
<b><i>Framework</i></b>	Conjunto estandarizado de herramientas y metodologías de software que permiten crear soluciones para problemas similares.
<b>HTML</b>	Hypertext Markup Language. Lenguaje que utiliza etiquetas para compartir contenido a través de la web.
<b>Java</b>	Lenguaje de programación <i>open source</i> muy popular, que permite crear aplicaciones multiplataforma.
<b>JavaScript</b>	Lenguaje de programación interpretado, muy utilizado en programación de páginas web.
<b>JDK</b>	Java Development Kit.
<b>jQuery</b>	Librería de JavaScript que permite interactuar con elementos HTML de manera sencilla.
<b>JVM</b>	Java Virtual Machine.

<b><i>Open source</i></b>	Modelo de desarrollo que promueve el acceso al código fuente de las aplicaciones.
<b>Servlet</b>	Componente dinámico de Java que permite responder a solicitudes web para interactuar con un navegador.
<b>SGBD</b>	Sistema Gestor de Bases de Datos.
<b>Software</b>	Conjunto de componentes lógicos que permiten a una computadora resolver problemas y realizar tareas específicas.
<b>SQL</b>	Structured Query Language.
<b>Unidad dental</b>	Sillas y área de trabajo en donde los practicantes realizan los tratamientos dentales a los pacientes.

## **RESUMEN**

La Facultad de Odontología ha decidido llevar a cabo un proyecto que implementa soluciones tecnológicas para realizar sus tareas operativas y administrativas a diario, con el fin de reducir el tiempo en que realizan sus actividades.

El proyecto consta de varios módulos que cubren la necesidad de cada área de la Facultad. Se decidió empezar por la clínica de Odontopediatría, en el área de contratos. Por lo que se implementó un módulo que permite gestionar los pacientes de la clínica, así como generar reportes de manera rápida y sencilla.

En la clínica, el proceso de reservar unidades dentales hecho por los estudiantes se ha vuelto conflictivo en ciertos horarios, al presentar mucha afluencia estudiantil. Se ha decidido implementar un módulo que permita a los alumnos hacer reservas eliminando los conflictos que existen actualmente, ya no se anotarán en la hoja donde se pueden alterar los datos.

En muchas áreas el estudiante debe presentar su carnet para realizar sus actividades, contando con la tecnología para identificar los carnets, será utilizada para autenticar a los alumnos en el sistema.





## **OBJETIVOS**

### **General**

Contribuir en la formación de profesionales innovando la administración de procesos en la Facultad de Odontología, mediante el proyecto de automatización y actualización.

### **Específicos**

1. Reducir en 75 por ciento el tiempo de la captura e inserción de datos para crear contratos.
2. Mejorar la gestión de contratos para las clínicas de la Facultad de Odontología.
3. Reducir hasta un 90 por ciento de tiempo en la generación de reportes de contratos a través de la automatización del proceso.
4. Limitar y estandarizar el control del acceso de los estudiantes a las distintas áreas de las clínicas en la Facultad.
5. Automatizar el proceso de reserva de unidades dentales en la clínica de Odontopediatría.



## INTRODUCCIÓN

La Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala es una institución que carece de soluciones tecnológicas para realizar sus tareas operativas y administrativas. La cantidad de trabajo está aumentando y el personal no se da abasto.

Además de manejar la información académica de los alumnos, la Facultad de Odontología cuenta con distintas clínicas para que los practicantes atiendan a los pacientes, por lo que necesitan también manejar la información de los pacientes y los materiales que se utilizan en estas.

Actualmente, para la mayoría de procesos se utilizan formularios en hojas de papel para llevar un registro de todos los movimientos de la facultad. Cuando se desea crear reportes o buscar información archivada, el proceso es tardado y tedioso.

Para resolver esta problemática, se ha propuesto una solución informática que consta de varios módulos, que permitirán al personal administrativo y estudiantil realizar sus tareas con mayor eficiencia, ahorrándose mucho tiempo, ya que no tendrán que repetir tareas que ya han realizado.

La solución tendrá cuatro módulos que permitirán mejorar la gestión de contratos, captura de datos y la de reportes, acceso de los alumnos y catedráticos al sistema, y el control en las reservaciones de unidades dentales en las clínicas.



## **1. FASE DE INVESTIGACIÓN**

### **1.1. Antecedentes de la empresa**

La Facultad de Odontología es una institución con más de 70 años de existencia, con sede en el campus central de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Desde sus inicios, se ha enfocado en la formación de recursos humanos estomatológicos, que bajo normas éticas y de servicio, logren un impacto eficaz en la salud bucal de la mayoría de la sociedad guatemalteca.

#### **1.1.1. Reseña histórica**

Los estudios de odontología se iniciaron en Guatemala en forma organizada con la fundación del Instituto Dental como una dependencia de la Facultad de Medicina, Cirugía y Farmacia, el 1 de mayo de 1895, por Decreto Legislativo No. 297. La Universidad de San Carlos de Guatemala funcionaba en ese entonces bajo la dirección del Ministerio de Instrucción Pública. En 1926, al producirse la reorganización de la universidad, con la separación de la Facultad de Medicina y Cirugía de la de Farmacia, fue establecida la Escuela de Odontología como una unidad de la Facultad de Ciencias Médicas. Posteriormente el 1 de abril de 1940, se creó la Facultad de Odontología por Decreto Gubernativo No. 2336. Su junta directiva se instaló el 09 de abril y tuvo como sede el edificio que ocupaba anteriormente la Escuela Dental.

### **1.1.2. Misión**

La Facultad de Odontología es la unidad académica de la Universidad de San Carlos de Guatemala responsable de brindar una formación académica integral, de calidad y actualizada al recurso humano en el área del conocimiento estomatológico, con valores éticos, especialmente de responsabilidad y compromiso, con el desarrollo sostenible nacional y regional, teniendo en cuenta la diversidad cultural, social y lingüística del país. Asimismo, se propone plantear propuestas de solución a la problemática nacional en materia de salud estomatológica y contribuir al desarrollo nacional a través del aporte de profesionales dedicados al servicio, la investigación y la aplicación de la innovación tecnológica, respaldados por una organización administrativa que da continuidad y fluidez a los procesos.

### **1.1.3. Visión**

La Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala es la Unidad Académica en educación superior de mayor trayectoria como formadora de profesionales certificados y acreditados en el campo de la Estomatología. Es una facultad altamente competitiva, involucrada y comprometida de forma institucional con el contexto nacional, en la solución de los problemas estomatológicos que afronta la sociedad guatemalteca. Cuenta con personal docente y administrativo calificado e identificado con los fines y principios de la Universidad de San Carlos de Guatemala, que atiende con amabilidad, respeto y profesionalismo a las personas que demandan sus servicios de salud. Genera e impulsa políticas e iniciativas de ley, promoviendo y desarrollando proyectos de impacto social en materia de salud bucal. Como institución se inserta en el contexto educativo nacional e internacional con programas de formación académica de pregrado y posgrado, fomentando el

intercambio y actualización constantes con centros de formación e investigación a nivel nacional, regional e internacional.

#### **1.1.4. Servicios que realiza**

Consulta externa:

- Limpieza dental
- Aplicación de flúor
- Obturaciones de amalgama (rellenos metálicos)
- Obturaciones de composita (rellenos blancos)
- Tratamientos pulpares (dientes anteriores únicamente)
- Extracciones dentales (no cordales)
- Atención de emergencias

#### **1.2. Descripción de las necesidades**

La Facultad de Odontología no cuenta con procesos automatizados. Hasta el año pasado se inició un proyecto a mediano plazo para automatizar los procesos, actualmente todo se trabaja en papel y hay información redundante en cada área, lo que genera retraso en las actividades y más necesidad de recursos, ya que las mismas tareas se realizan más de una vez.

En el área de contratos, se contaba con un sistema que permitía solamente almacenar los datos requeridos, pero para crear reportes se debía consultar cada contrato impreso y obtener los resultados de forma manual. Al final el sistema colapsó y los datos almacenados anteriormente se perdieron y no hubo forma de recuperarlos.

En el área de clínica de Odontopediatría los estudiantes se anotan en una hoja de papel para reservar el área de trabajo, pero este método es poco confiable y en algunos casos molesto para los estudiantes, ya que cualquiera puede borrar el nombre de un estudiante que haya apartado el área de trabajo y luego anotarse en su lugar.

En cada área de la Facultad los estudiantes deben presentar su carnet universitario para identificarse y realizar distintas gestiones. Aprovechando que se tienen las facilidades electrónicas se implementará la autenticación de estudiantes y catedráticos, utilizando el código de barras que tiene el carnet universitario.

### **1.3. Priorización de las necesidades**

Se muestra la lista de necesidades a resolver ordenadas descendientemente por prioridad:

- Gestión de los contratos para pacientes de la clínica
- Autenticación de estudiantes por medio del carnet
- Captura de datos del DPI del paciente o encargado
- Gestión de reservas de unidades dentales



## **2. FASE TÉCNICO PROFESIONAL**

### **2.1. Descripción del proyecto**

En la Facultad de Odontología se considera el carnet como un documento de identificación necesario para realizar muchas de las tareas que cada estudiante lleva a cabo, durante el curso de su carrera en las distintas áreas de las instalaciones. Es por eso que se propone hacer uso de la tecnología para identificar a los alumnos y los catedráticos, por medio de su carnet y utilizar esta herramienta como método de autenticación, para que el alumno pueda hacer uso del resto de aplicaciones que serán implementadas en el presente y futuros proyectos.

Para que un paciente sea atendido por alguno de los practicantes de la clínica, debe formalizar su deseo de ser atendido por medio de un contrato que actualmente se crea en un procesador de datos (Microsoft Access) que presenta varias limitaciones para compartir información entre varios usuarios, estabilidad, escalabilidad, entre otros. La información de los pacientes, estudiantes y catedráticos capturada en el contrato, es necesaria para el seguimiento del tratamiento de cada paciente por parte del área académica, y además, se generan datos estadísticos acerca de estos para realizar planificaciones (como el presupuesto) por parte del área administrativa. Por lo tanto, se propone implementar un módulo que permita capturar de forma sencilla los datos necesarios para crear un contrato, con la finalidad de mejorar el tiempo en el que se realiza el proceso de creación de un contrato y que los datos generados por el proceso, estén disponibles para otras aplicaciones que

sean utilizadas por las personas involucradas en cada una de las tareas antes mencionadas.

Las unidades dentales (sillas y área de trabajo en donde los practicantes atienden a los pacientes) pueden ser reservadas con anticipación por los estudiantes para mantener un orden y control de quienes las utilizan, sobre todo en horarios de alta afluencia. La reserva es hecha por lo estudiantes cuando se anotan en una hoja destinada para dicho propósito, pero surgen problemas cuando los estudiantes no respetan la reserva hecha por otro y lo borran de la hoja de reservas. No hay manera de saber si el primero deseaba cancelar su reserva o alguien más lo hizo sin su consentimiento.

La tercera parte del proyecto consistió en desarrollar un módulo que permita a los estudiantes hacer reservas del área de trabajo, y así cada estudiante y cada profesor puedan estar seguros de que la reserva es legítima. El mismo módulo contiene la opción de configurar, por parte del personal administrativo, algunos parámetros para las reservas. El estudiante debe confirmar la reserva, tiempo antes de cancelar una reserva automáticamente si no ha habido confirmación, tiempo de anticipación para realizar una reserva, profesores que están disponibles durante la semana y pueden ser asignados a un estudiante en el área de trabajo, entre otros.

## **2.2. Investigación preliminar para la solución del proyecto**

Se realizó un estudio, previo a iniciar con el desarrollo del proyecto, para determinar las tecnologías que brindan el mejor rendimiento y escalabilidad a la aplicación final.

### **2.2.1. Microsoft Access**

Es un gestor de bases de datos de escritorio, considerado un procesador de datos, que permite crear soluciones de software de manera sencilla, por personas que no tienen necesariamente un conocimiento amplio en el desarrollo de aplicaciones.

Access es sencillo de usar debido a que al pertenecer al grupo de aplicaciones de Microsoft Office, posee una interfaz con la cual la mayoría de usuarios de computadoras personales está familiarizado. Además, provee una buena cantidad de plantillas que pueden ser personalizadas, para crear aplicaciones de manejo de datos de escritorio en muy poco tiempo.

Al ser de fácil uso, es de esperarse que las aplicaciones elaboradas con esta herramienta tengan limitaciones bastante visibles. Access permite trabajar con archivos de hasta 2 GB, lo cual es limitado para un sistema con más de 10 módulos compartiendo información diariamente. A pesar de poder utilizar más archivos para continuar con el uso, se requeriría de un mantenimiento constante a la aplicación y además el rendimiento de esta se vería afectado de forma negativa, pues si bien permite a 255 usuarios trabajar simultáneamente, el número puede parecer razonable, pero limita la escalabilidad del sistema. Es conocido que al aproximarse al límite de conexiones, el rendimiento en el transporte de los datos decae de manera presurosa, lo cual lo hace poco o nada recomendable para una aplicación que abarca a toda una organización como la Facultad de Odontología.

Figura 1. **Logo de Microsoft Access**



Fuente: *Microsoft Access*. <http://office.microsoft.com>. Consulta: octubre de 2014.

### **2.2.2. PostgreSQL**

Es un poderoso sistema gestor de bases de datos que permite trabajar bases de datos objeto-relacionales y además es *open source*. Tiene 15 años de desarrollo activo y ha demostrado tener una arquitectura sólida que le ha acreditado una buena reputación en lo que se refiere al manejo adecuado de datos.

El SGBD se basa en los estándares. Trabaja de manera formal con el estándar ANSI-SQL 2008 y provee características de un sistema robusto de manejo de datos, tales como llaves primarias, llaves foráneas, índices, entre otros, que garantizan la integridad y seguridad de los datos.

También se puede decir que es altamente personalizable en sus características funcionales básicas y es compatible con muchas tecnologías tales como: Java, Ruby, Python, entre otros. Permiten ejecutar procedimientos almacenados en estos lenguajes y tiene un lenguaje propio llamado PL/pgSQL, para poderlo integrar con las aplicaciones y extender sus capacidades.

En cuanto a almacenamiento, permite trabajar con archivos de tamaño ilimitado y tablas de hasta 32 TB, lo que lo hace una elección acertada para aplicaciones de organizaciones que manejan mucha información.

Figura 2. **Logo de PostgreSQL**



Fuente: *PostgreSQL*. <http://www.postgresql.org>. Consulta: octubre de 2014.

### **2.2.3. Java**

Es una tecnología muy popular para el desarrollo de aplicaciones de software. Debe su popularidad a que no solo se ejecuta en una plataforma en específico, sino que es multiplataforma. Es decir, que se puede ejecutar en muchos dispositivos como computadoras de escritorio, computadoras portátiles (no importando el sistema operativo que ejecuten), teléfonos celulares, tabletas, entre otros.

La capacidad de ejecutarse en varias plataformas, se logra por la implementación de una máquina virtual llamada Java Virtual Machine (JVM). Cuando se compila el código fuente, se generan archivos binarios que la JVM es capaz de traducir y ejecutar los comandos en los diferentes dispositivos, para obtener el mismo comportamiento en diferentes ambientes.

Para desarrollar aplicaciones con esta tecnología es necesario utilizar el Java Development Kit (JDK). Para ejecutar las aplicaciones desarrolladas tan

solo es necesario tener instalada la JVM en el dispositivo en donde se desea ejecutar dicha aplicación. Estos dos paquetes se pueden descargar de forma gratuita en línea, en el sitio oficial de Oracle.

Figura 3. **Logo de Java**



Fuente: *Java SE – Downloads*. <http://www.oracle.com>. Consulta: octubre de 2014.

### **2.3. Presentación de la solución al proyecto**

Se utilizó la tecnología Java, en su versión 7, como lenguaje de programación para construir una aplicación en ambiente web, utilizando una arquitectura de 4 capas que separa el acceso a datos, lógica de negocios y presentación de la aplicación.

Como gestor de bases de datos se utilizó PostgreSQL, el cual es gratuito y además provee un motor robusto que responde bien al uso que se le dará por parte de los integrantes de la Facultad de Odontología.

#### **2.3.1. Comunicación entre la aplicación y la base de datos**

Se utilizaron procedimientos almacenados escritos en el lenguaje PL/pgSQL, como interfaz entre la aplicación de Java y la base de datos, para integrar seguridad al no revelar la estructura de las entidades y también

controlar el paso de parámetros en las sentencias SQL, para evitar ataques por inserción de código y obligar a la validación de los tipos de datos antes de intentar acceder a la base de datos.

### **2.3.2. Capa de acceso a datos**

En esta capa es donde se reciben los objetos con todos los parámetros que serán enviados a los procedimientos almacenados, se validan los datos y se ejecutan los procedimientos para persistir los cambios en la información.

### **2.3.3. Capa de lógica de negocio**

En esta capa se reciben los datos desde la interfaz y se ejecuta la lógica de negocio, para luego hacer uso de la capa de acceso a datos cuando sea necesario.

### **2.3.4. Capa de interfaz de usuario**

Se utilizaron *Servlets* de Java para manejar las peticiones web en el servidor y ejecutar la lógica de negocio.

Del lado del cliente, se implementó una interfaz web haciendo uso de HTML5 y *frameworks* de JavaScript y CSS tales como: jQuery, Twitter Bootstrap y jQuery Datatables. La comunicación entre el servidor y la interfaz web se realiza por medio de AJAX, para mostrar con JavaScript de forma dinámica el contenido cuando se reciban los parámetros de respuesta del servidor.

### **2.3.5. Servidor web**

La aplicación se ejecuta sobre un servidor web Apache Tomcat versión 7, instalado en el equipo con el que cuenta la Facultad de Odontología.

### **2.3.6. Captura de datos**

Para la autenticación de alumnos y catedráticos por medio del carnet universitario, se utilizó un lector de códigos de barras USB estándar que provee soporte para el código 39, siendo el que se utiliza en el carnet. El lector no necesita configuraciones complejas gracias a que utiliza la tecnología *Plug and Play*.

Se construyó una interfaz web para la autenticación con el carnet, en donde solo se muestra una caja de texto que recibirá el número de carnet del lector y realizará la solicitud al servidor para autenticar al usuario. Existe dependencia con la interacción del ser humano en la autenticación, debido a que no se diseñó una solución que garantice que el usuario realmente posee físicamente su carnet, así que se necesita que un catedrático verifique el estudiante porte su carnet.

Para el módulo de gestión de contratos, es posible utilizar el carnet del estudiante para obtener sus datos desde control académico, de manera más sencilla.

También es posible obtener los datos del paciente o el encargado del paciente, por medio de su DPI. Se utiliza un lector de tarjetas inteligentes para leer el DPI y se construyó un *applet* que realiza la lógica para interpretar los



datos almacenados en la tarjeta inteligente, para almacenarlos y relacionarlos con el contrato que se está creando.

#### **2.3.7. Módulos**

Se creó un módulo que permite leer el código de barras del carnet universitario para identificar a los alumnos, para poder autenticarse e ingresar al sistema y utilizar las diferentes herramientas del sistema de la facultad.

Se implementó un módulo que permite crear contratos y obtener los datos de los pacientes, leyendo la información almacenada en el *chip* del DPI. Los datos de los estudiantes y catedráticos se obtienen a través de los servicios web que ofrece el área de Control Académico. El módulo también es capaz de obtener los datos de un estudiante o catedrático, leyendo el código de barras de su carnet universitario. De esta manera, todos los datos capturados para un contrato estarán disponibles para las siguientes fases, en las que el estudiante atiende al paciente.

También se implementó un módulo para el control de la reserva de unidades dentales, para que el proceso se realice de forma digital. También se podrán reportar daños en las unidades dentales y generar reportes.



### **3. FASE DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE**

#### **3.1. Capacitación propuesta**

Ya que existen varios productos entregables se planificaron reuniones cuando el producto estuvo al 50 y al 100 por ciento, para que el usuario lo probara y hubiera retroalimentación para mejorar el mismo, cuando se necesitara.

El proceso de generación de material de referencia (manuales técnicos y manuales de usuario), se realiza después de que cada producto haya sido entregado y aprobado por las partes interesadas.

#### **3.2. Material elaborado**

Se realizaron manuales de usuario, para apoyar a los estudiantes y docentes en el proceso de introducción al nuevo sistema. Los manuales técnicos serán utilizados por las personas encargadas de darle mantenimiento al sistema.

##### **3.2.1. Manual de usuario**

La aplicación permite configurar roles de usuario para separar las tareas que realizan los estudiantes, docentes y personal administrativo. El administrador del sistema es el que determina los roles que puede ejercer cada usuario.

### 3.2.1.1. Reservar unidades dentales

- En el menú principal, seleccionar el menú Reservar unidad dental

Figura 4. **Formulario para reservar unidad dental**

The screenshot shows a web application interface for reserving dental units. At the top, there is a header with the text 'Unidades Dentales' and a sub-header 'Reservar unidad'. Below this is a breadcrumb trail: 'Inicio / Reservar Unidad Dental'. The main content area features a form titled 'Reservar Unidad Dental'. The form contains three input fields: 'Fecha' with the value '18/10/2014', 'Horario' with a dropdown menu showing '07:30 - 09:30', and 'Unidad Dental' with a dropdown menu showing 'UD1'. At the bottom of the form is a dark blue button labeled 'Guardar'.

Fuente: elaboración propia.

- Se mostrará la fecha automáticamente y deberá seleccionar un horario y una unidad dental. Si no aparece un horario o una unidad dental, es porque no hay disponibilidad para trabajar en ese horario o unidad dental.
- Presione el botón guardar para confirmar la reserva.

### 3.2.1.2. Gestionar reservas

- Puede ver un listado de las reservas que ha realizado, ingresando en el menú Listar reservas de unidades dentales.

Figura 5. Listado de reservas

Reservas Listado de reservas activas

Inicio / Listado reservas activas

Reservas activas

Mostrar 10 filas por página Buscar:

	Fecha	Horario	Unidad Dental	Estado
+	22/09/2014	07:30 - 09:30	UD1	Activa
Opciones: <span>Cancelar</span> <span>Confirmar</span>				
+	19/08/2014	07:30 - 09:30	UD2	Cancelada
+	19/08/2014	07:30 - 09:30	UD2	Cancelada
+	19/08/2014	07:30 - 09:30	UD1	Confirmada
+	18/08/2014	07:30 - 09:30	UD2	Cancelada
+	18/08/2014	07:30 - 09:30	UD1	Confirmada
+	17/08/2014	07:30 - 09:30	UD1	Expirada
+	17/08/2014	07:30 - 09:30	UD2	Cancelada

Fuente: elaboración propia.

- Puede ver la fecha, el horario, la unidad dental y el estado actual de la reserva. Una reserva estará activa hasta 30 minutos después de haber iniciado el horario. Si no se confirma la reserva en ese período de tiempo, la reserva pasará a ser “expirada”. Si se confirma pasará a “estado confirmada”. Si la reserva se cancela antes de que inicie el horario, la unidad dental estará disponible para que otro usuario la reserve.

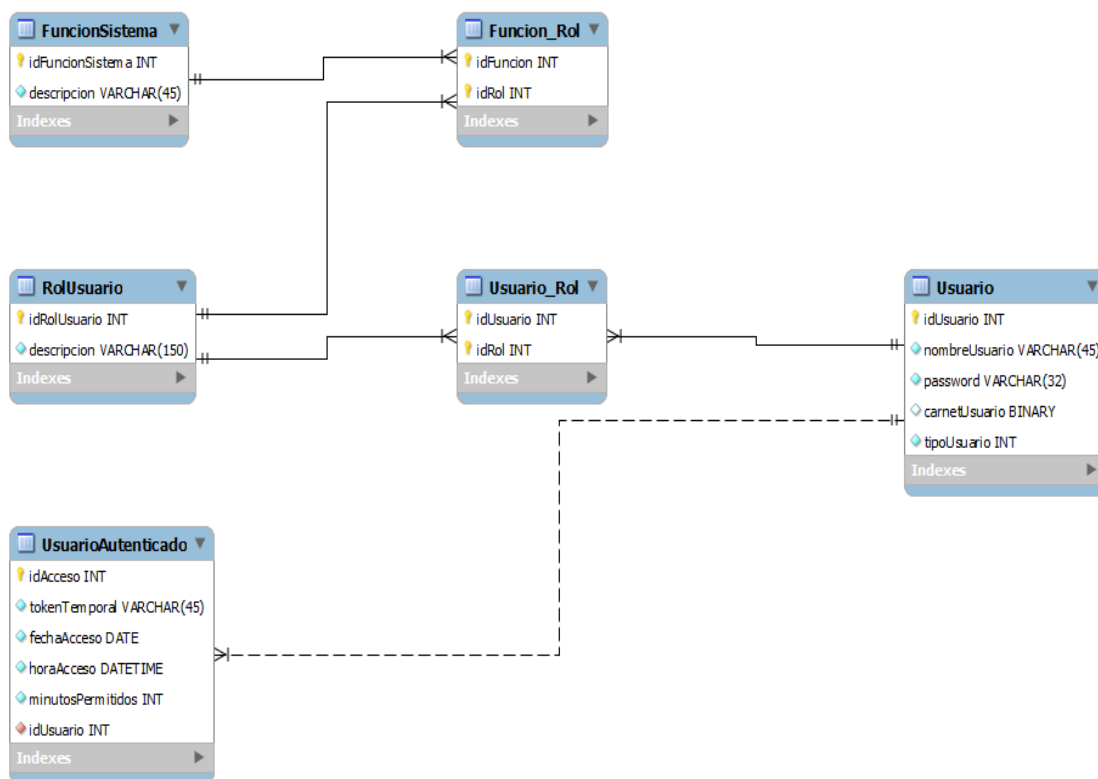
### 3.2.2. Manual técnico

La aplicación se realizó utilizando un modelo de n capas. En cada capa se utilizó un estándar de programación, bien documentado, para las operaciones básicas de agregar, borrar y cambiar información.

### 3.2.2.1. Diagrama entidad-relación

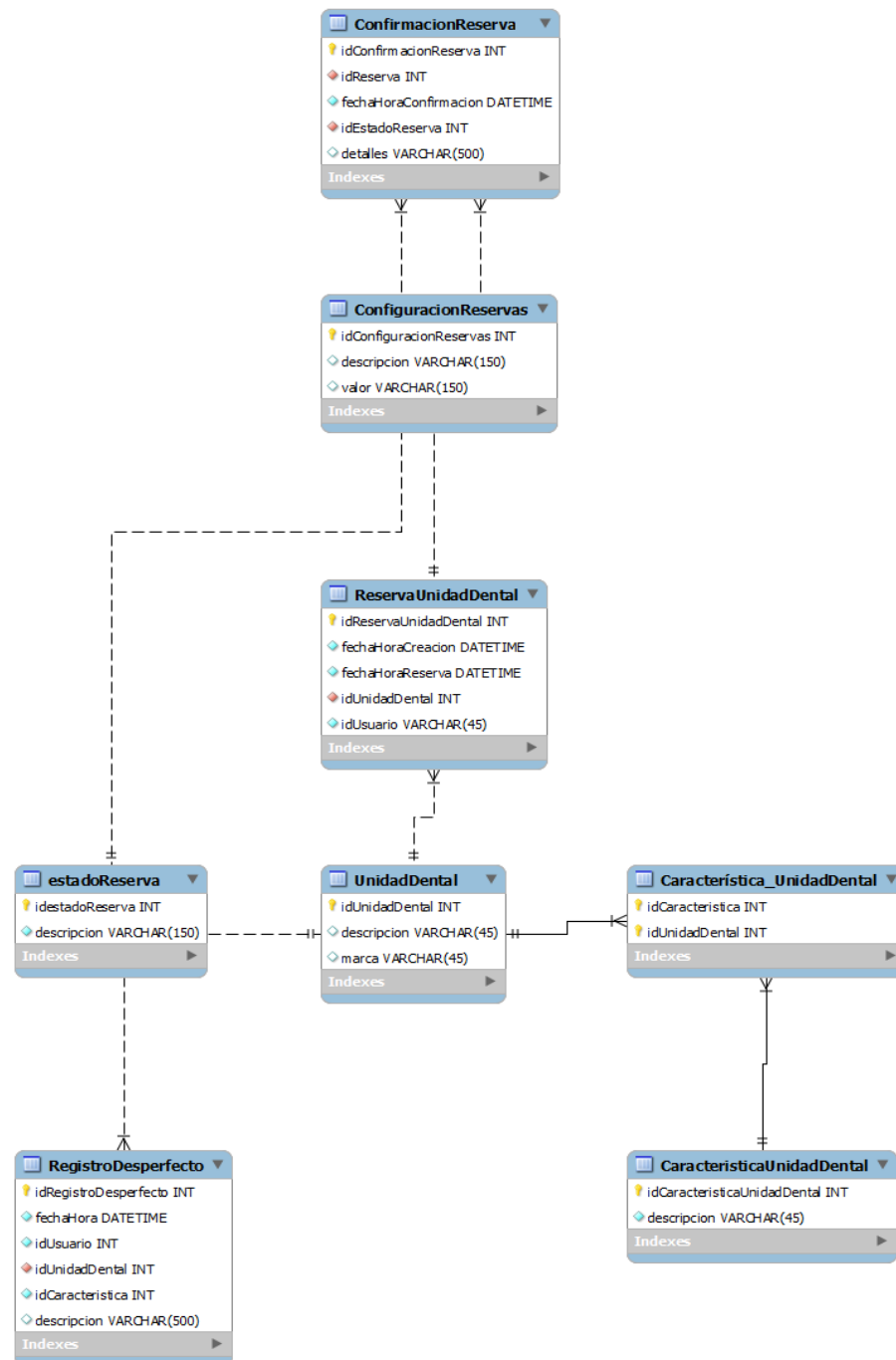
Las tablas de los distintos módulos comparten el mismo esquema de base de datos.

Figura 6. **Modelo de datos para el módulo de autenticación**



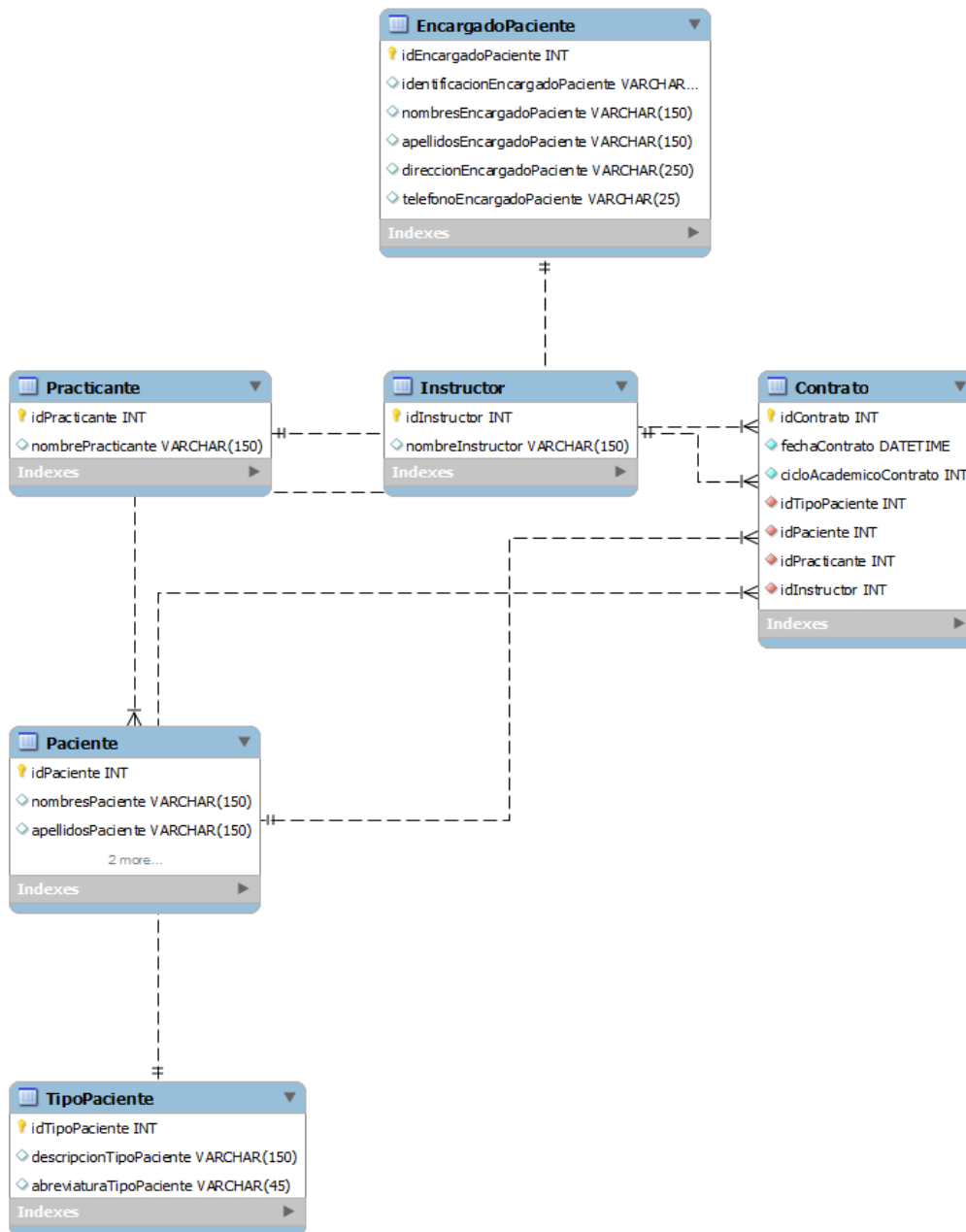
Fuente: elaboración propia.

Figura 7. Modelo de datos para el módulo de reservas



Fuente: elaboración propia.

Figura 8. **Modelo de datos para el módulo de gestión de pacientes**



Fuente: elaboración propia.



## **4. COSTOS Y BENEFICIOS DEL PROYECTO**

### **4.1. Costos del proyecto**

La Facultad de Odontología cuenta con el equipo necesario para instalar la solución de software desarrollada. No fue necesario adquirir más equipo para preparar el ambiente en donde se ejecuta la aplicación. Solo se realizó la compra de lectores de DPI y lectores de códigos de barras para utilizarlos en el módulo de gestión de pacientes.

#### **4.1.1. Lectores de DPI**

Cantidad: 2

Precio Unitario: Q 575,00

Precio total: Q 1 150,00

#### **4.1.2. Lectores de códigos de barras**

Cantidad: 2

Precio unitario: Q 515,00

Precio total: Q 1 030,00

#### **4.1.3. Costo total del proyecto**

El costo total del proyecto se calcula en Q 2 180,00.

## **4.2. Beneficios del proyecto**

El sistema provee herramientas para realizar el trabajo más rápido. No se necesita contratar más personal. Los estudiantes realizarán sus gestiones más rápido para continuar con sus labores académicas.

### **4.2.1. Ahorros**

Como un beneficio inmediato, se percibe el ahorro de mano de obra.

#### **4.2.1.1. Mano de obra**

El costo de mano de obra del proyecto es de Q 20 000,00 ya que tuvo trabajando una persona durante cinco meses, veinte horas semanales. Debido a que el practicante de EPS fue el que realizó esta tarea, se considera un ahorro en mano de obra.

#### **4.2.1.2. Personal**

La persona encargada de gestionar los contratos será beneficiada por el ahorro de tiempo al crear contratos y sobre todo al generar reportes. De igual manera, la persona que registra las reservas de unidades dentales será beneficiada con la automatización del proceso, por lo que podrán dedicar tiempo a otras actividades y la Facultad de Odontología no necesitará contratar más personal.

El tiempo ahorrado equivale a una persona trabajando ocho horas diarias con un costo aproximado de Q 6 000,00 mensuales, lo que representa un ahorro en cuanto a personal contratado.

#### 4.3. Análisis costo beneficio

El ahorro por mano de obra se considera un ahorro inmediato en la inversión que se debió haber realizado, para obtener posteriormente el ahorro en la contratación de personal. A continuación se muestra una tabla con los costos y los beneficios del proyecto.

Tabla I. Comparación de costos y beneficios

Descripción	Costo	Ahorro
Mano de obra para la construcción de la solución	Q 0,00	Q 24 000,00
Lectores de códigos de barras	Q 1 030,00	
Lectores de DPI	Q 1 150,00	
Contratación de personal		Q 6 000,00 por mes
TOTAL	Q 2 180,00	Q 24 000,00 + Q 6 000,00 / mes

Fuente: elaboración propia.

En la tabla I se puede observar que con una inversión de Q 2 180,00 se obtendrá un ahorro de Q 6 000,00 por mes, por lo que la inversión se recupera desde el primer mes de uso de la aplicación.



## **CONCLUSIONES**

1. Se ha logrado reducir el tiempo de generación de contratos hasta un 75 por ciento debido a la facilidad para capturar los datos de las personas involucradas en el mismo.
2. Los contratos ahora tienen una forma segura y confiable para almacenar datos y guardar su historial a través de los meses, para ser utilizados cuando se requieran.
3. La generación de reportes para los contratos se ha reducido drásticamente hasta un 90 por ciento ya que no es necesario revisarlos manualmente. El sistema hace las búsquedas necesarias en cinco segundos como máximo.
4. Los estudiantes deben portar su carnet y autenticarse, para poder trabajar en ciertas áreas del sistema.
5. Las reservas de unidades dentales ahora se realizan de forma digital, y no existen conflictos por alteración de datos en las horas más concurridas de la clínica.



## **RECOMENDACIONES**

1. Motivar a los estudiantes, catedráticos y personal administrativo a utilizar la aplicación de manera responsable, cuidando sus modos de autenticación (carnets y contraseñas) para que los datos de cada usuario no sean alterados, afectándolos de manera negativa.
2. Dar seguimiento al desempeño de la aplicación, por medio de las personas que implementen módulos posteriormente.





## BIBLIOGRAFÍA

1. Access. *Office Blogs*. [en línea]. <<http://blogs.office.com/access/>>. [Consulta: marzo de 2013].
2. Facultad de Odontología. *Conózcenos*. [en línea]. <<http://odontologia.usac.edu.gt/conozcanos.php>>. [Consulta: marzo de 2013].
3. Microsoft Office. *Access specifications and limitations*. [en línea]. <<http://office.microsoft.com/en-us/access-help/access-2010-specifications-HA010341462.aspx>>. [Consulta: marzo de 2013].
4. PostgreSQL. *About PostgreSQL*. [en línea]. <<http://www.postgresql.org/about/>>. [Consulta: marzo de 2013].

